

PABRIK CEMENT RETARDER DARI GYPSUM DENGAN PROSES GRANULASI

PRA RENCANA PABRIK



oleh :

FERO GUNA WIYONO
0831010031

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA**

2012

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Cement Retarder dari Gypsum dengan Proses Granulasi”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan keserjanaan di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Cement Retarder dari Gypsum dengan Proses Granulasi” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literatur , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT
Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT
Selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Caecelia Pujiastuti, MT
selaku dosen pembimbing.
4. Dosen Program Studi Teknik Kimia , FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orang tua kami yang selalu mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun penyusun harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya , Juni 2012

Penyusun,

DAFTAR TABEL

Tabel I.1.	Kebutuhan Cement retarder di Indonesia.....	I- 2
Tabel VII.1.	Instrumentasi pada pabrik Cement Retarder	VII-4
Tabel VII.2.	Fasilitas-fasilitas yang dapat menunjang keselamatan kerja para karyawan	VII-6
Tabel VIII.1.	Standart Baku Mutu Air Bersih berdasarkan KepMenKes No.492 Tahun 2010.....	VIII-2
Tabel VIII.2.	Kebutuhan air proses untuk pabrik.....	VIII-3
Tabel VIII.3.	Kebutuhan air pendingin untuk pabrik.....	VIII-3
Tabel VIII.4.	Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Proses	VIII-62
Tabel VIII.5.	Kebutuhan Listrik untuk Peralatan Utilitas.....	VIII-63
Tabel VIII.6.	Kebutuhan Listrik Untuk Penerangan	VIII-63
Tabel VIII.7.	Jumlah lampu mercury yang dibutuhkan	VIII-64
Tabel IX.1.	Perkiraan Luas Pabrik	IX-7
Tabel X.1.	Jumlah karyawan Pabrik Cement Retarder	X-9
Tabel X.2.	Perincian Jumlah Tenaga Kerja Dan Gaji	X-10
Tabel X.3.	Jadwal kerja karyawan proses	X-12
Tabel XI.1.	Modal Sendiri pada Tahun Konstruksi.....	XI-7
Tabel XI.2.	Modal Pinjaman pada Tahun Konstruksi	XI-7
Tabel XI.3.	Internal Rate of Return (IRR).....	XI-8
Tabel XI.4.	Rate On Equity (ROE)	XI-9
Tabel XI.5.	Pay Out Periode (POP).....	XI-9

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Grafik kebutuhan cement retarder di Indonesia	I-3
Gambar IX.1. Peta Lokasi Pabrik Cement Retarder	IX-6
Gambar IX.2. Tata Letak Pabrik	IX-8
Gambar X.1. Bagan Struktur Organisasi Perusahaan	X-3
Gambar XI.1. Grafik BEP (Break Even Point)	XI-11

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES.....	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V – 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA.....	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS.....	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	IX – 1
BAB X ORGANISASI PERUSAHAAN	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI – 1
BAB XII PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN.....	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	

INTISARI

Perencanaan pabrik Cement Retarder ini diharapkan dapat memproduksi dengan kapasitas 150.000 ton/tahun dalam bentuk padat. Pabrik beroperasi secara kontinyu berjalan selama 24 jam tiap hari dan 330 hari kerja dalam setahun.

Industri Cement Retarder di Indonesia mempunyai perkembangan yang stabil, dengan meningkatnya kebutuhan Cement Retarder. Semakin meningkatnya pertumbuhan konstruksi juga akan menyebabkan kebutuhan bahan baku Cement Retarder semakin meningkat dimana produk ini merupakan salah satu komponen dalam pembuatan semen Portland. Berikut dibawah ini adalah ringkasan singkat hasil perhitungan dan pembahasan beberapa hal dari pabrik Cement Retarder :

1. Pendirian pabrik berlokasi di Kabupaten Tuban, Jawa Timur dengan ketentuan :
 - a. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas
 - b. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
 - c. Jumlah Karyawan : 136 orang
 - d. Sistem Operasi : Kontinyu
 - e. Waktu Operasi : 330 hari/tahun ; 24 jam/hari
2. Bahan Baku :
 - a. Gypsum rock ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) : 20050,0355 kg / jam
3. Kebutuhan Utilitas :
 - a. Bahan bakar : 49027,2401 liter / hari (diesel oil)
1759,8466 liter/hari (Fuel oil)
 - b. Air : 2643,0723 m³ / hari
 - c. Listrik : 620,8895 kWh
 - d. PAC : 1984,9179 liter/jam
 - e. Alum : 1950,3765 liter/jam
 - f. Desinfektan : 4,82 kg/hari
4. Umur Pabrik : 10 tahun
5. Masa Konstruksi : 2 Tahun
6. Lokasi Pabrik : Kabupaten Tuban, Jawa Timur
7. Hasil Analisa Ekonomi :
 - a. Modal Tetap (FCI) : Rp. 195,310,907,035.17
 - b. Modal Kerja (WCI) : Rp. 5,191,897,738.69
 - c. Modal Total (TCI) : Rp. 200,502,238,715.54

- d. Internal Rate of Return (IRR) : 26,77%
- e. Rate On Equity (ROE) : 39,63%
- f. Pay Out Periode (POP) : 3,59 tahun
- g. Break Event Point (BEP) : 39,52%

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Cement retarder mengandung banyak calcium sulfate dan dikenal dengan beberapa nama antara lain : *Plaster of Paris*, *Gypsum Plaster*, atau *Stucco* akan tetapi dari semua nama tersebut mewakili bentuk dari calcium sulfate itu sendiri. Cement retarder (calcium sulfate) dapat dibuat dengan mengkalsinasi serbuk (*powder*) dari batuan gypsum untuk memisahkan tiga per empat air yang terkandung pada proses *kristalisasi*.

Industri gypsum dan industri plester sangat dekat hubungannya dengan industri di bidang konstruksi, misalnya pembuatan bahan bangunan. Hal ini dapat dilihat bahwa 90% gypsum digunakan untuk bahan bangunan. Berdasarkan hal tersebut, maka produksi gypsum mengikuti siklus untuk bahan konstruksi. Selain itu calcium sulfate digunakan sebagai “*filler*” atau bahan tambahan untuk membentuk komposisi cat, kertas, dan lain sebagainya.(Faith,W.L,Keyes,D.B& Clark,R.L,1960)

Calcium sulfate sebagai retarder adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton. Penggunaannya untuk menunda waktu pengikatan beton (*setting time*) misalnya karena kondisi cuaca yang panas, atau memperpanjang waktu pengerasan untuk menghindari *cold joints*. Proses percepatan hidrasi berarti bahwa semen menggunakan sejumlah air untuk hidrasi yang sedianya digunakan untuk memberikan sifat workabilitas. Oleh karena itu, diperlukan air yang lebih untuk mempertahankan nilai *slump* pada tingkat yang diinginkan, yang berarti kuat tekan beton menjadi berkurang. Temperatur yang tinggi, kelembaban yang rendah dan angin menyebabkan penguapan air yang sangat cepat dalam campuran pada saat musim panas. Pengeringan beton ini menimbulkan *cracking* pada permukaan.

Demikian sehingga calcium sulfate ini penting pada kegiatan industri kimia semen dengan nilai komoditas yang relatif ekonomis dan jumlah kebutuhan

yang semakin meningkat setiap tahun seiring pertumbuhan konstruksi di Indonesia menjadi alasan kami untuk merencanakan pabrik cement retarder ini.

Pada pabrik cement retarder yang akan direncanakan ini, bahan baku gypsum digunakan gypsum dari Kabupaten Tuban - Jawa timur dan daerah lain seperti Kabupaten Kulon progo – D.I. Yogyakarta yang merupakan daerah eksplorasi yang masih mengandung deposit gypsum yang banyak.

I.2. Manfaat

Kegunaan terbesar dari cement retarder adalah sebagai bahan baku pada proses pembuatan semen Portland dimana cement retarder ini digunakan sebagai penghambat atau memperlambat (*retard*) reaksi pengerasan pada semen sehingga membantu proses penyempurnaan campuran semen.

I.3. Aspek Ekonomi

Kebutuhan cement retarder di Indonesia semakin meningkat dengan peningkatan pertumbuhan kapasitas pada bidang industri kimia semen. Kebutuhan cement retarder di Indonesia dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel I.1. Kebutuhan Cement retarder di Indonesia

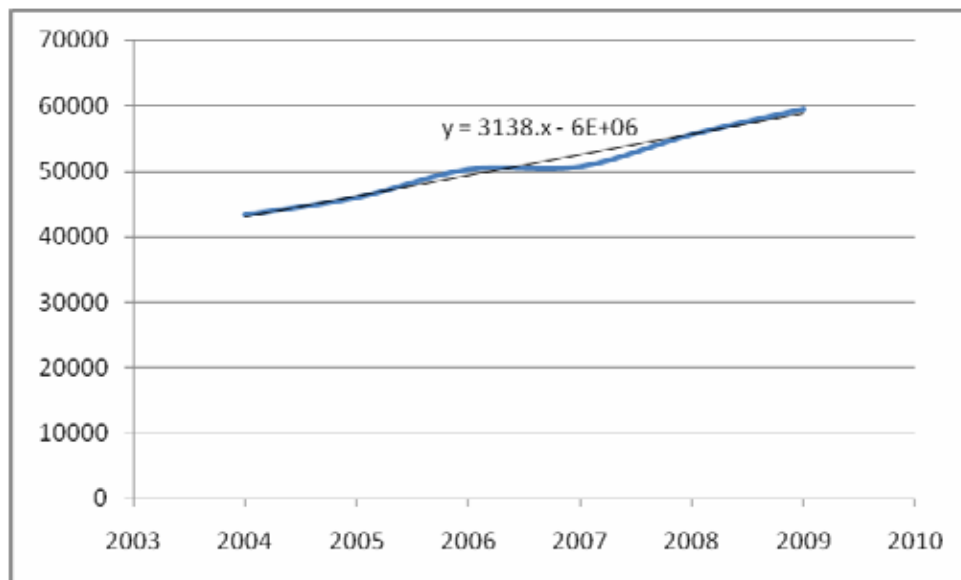
Tahun	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
2004	43370
2005	46000
2006	50280
2007	50718
2008	55615
2009	59486

Sumber :BPS (Badan Pusat Statistik)

Berdasarkan data tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa kebutuhan cement retarder di Indonesia tiap tahun meningkat, sehingga produksi cement

retarder di Indonesia masih perlu peningkatan untuk memenuhi kebutuhan tersebut.

Berdasarkan tabel di atas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.



Gambar I.1 : Grafik kebutuhan cement retarder di Indonesia

Dari grafik di atas, dengan metode *regresi linier* maka diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 3138 X - 6 \times 10^6$$

Keterangan : Y = Kebutuhan (ton/tahun)

X = Tahun ke-n

Pabrik cement retarder ini direncanakan beroperasi pada tahun 2014 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2014, maka X = 2014.

Kebutuhan pada tahun 2014 :

$$\begin{aligned} Y &= [3138 \times 2014] - 6.10^6 \\ &= 319932 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas terpasang pabrik, diambil asumsi 50% dari kebutuhan total, sehingga kapasitas pabrik = 50% x 319932 ton/tahun = 159.966 ton/tahun. Sehingga diasumsikan untuk diambil kapasitas sebesar = 150.000 ton/tahun.

I.4. Sifat bahan baku dan produk (Perry 7th,1997)

Bahan baku :

1.4.1. Gypsum

Formula	: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kandungan terbesar = 96%)
Berat molekul	: 172.17
Warna	: putih
Bentuk	: batuan monoclonic
Specific gravity	: 2.32
Melting Point	: 128°C
Boiling Point	: 163°C
Solubility, cold water	: 0.223
Solubility, hot water	: 0.257
Solubility, others	: larut dalam alkali

Produk :

I.4.2. Cement retarder

Formula	: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (kandungan terbesar = 99%)
Berat molekul	: 172.17
Warna	: putih
Bentuk	: Powder
Specific gravity	: 2.96
Melting Point	: 1450°C
Boiling Point	: 1193°C
Solubility, cold water	: 0.298
Solubility, hot water	: 0.1619
Solubility, others	: larut dalam alkali

I.5. Kegunaan

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Industry semen Portland | : 17.0% ; sebagai retarder |
| 2. Pertanian | : 8.5% ; sebagai bahan pupuk |
| 3. Industry kaca, gigi, plaster | : 2.5% ; bahan campuran |

4. Sementasi : 24.0% ; bahan campuran

5. Wallboard : 48.0% ; bahan campuran

Sumber : (Faith,W.L,Keyes,D.B& Clark,R.L,1960)

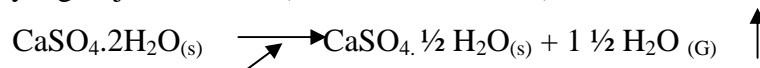
BAB II

PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES

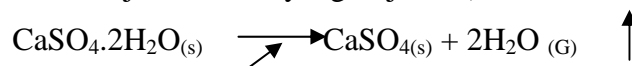
II.1. Macam proses

Pada umumnya proses pembuatan cement retarder dilakukan dengan cara *kalsinasi* batuan gypsum. Untuk produk cement retarder dalam bentuk hemihydrate dilakukan dengan *kalsinasi* pada suhu sekitar 160 °C dimana pada suhu tersebut gypsum kehilangan sekitar 1.5 % molekul air.

Reaksi yang terjadi adalah : (Kirk Othmer, 1962)



Apabila produk yang diinginkan adalah calcium sulfate anhydrate, maka proses kalsinasi gypsum dilakukan pada suhu lebih tinggi. Calcium sulfate anhydrate terdiri dari 2 macam produk yaitu calcium sulfate anhydrate soluble dan calcium sulfate anhydrate insoluble. Untuk calcium sulfate anhydrate soluble proses kalsinasi dilakukan pada suhu 140⁰C sampai dengan 200⁰C. Untuk calcium sulfate anhydrate insoluble dapat diperoleh dengan proses kalsinasi pada suhu 900⁰C selama 1 jam. Reaksi yang terjadi : (kirk Othmer, 1962)



Pada pembuatan cement retarder dari gypsum ini, proses kalsinasi dapat dibedakan menjadi dua, tergantung pada alat kalsinasi (*calciner*) yang digunakan. Terdapat 2 cara kalsinasi yaitu kalsinasi dengan menggunakan *vertical kiln* dan kalsinasi dengan menggunakan *horizontal kiln* atau lebih dikenal dengan *rotary kiln*.

A. Kalsinasi dengan Vertikal Kiln

Pada proses ini kalsinasi dilakukan dengan cara mengumpankan gypsum pada bagian atas kiln dan kemudian dihembuskan udara panas dari bagian bawah kiln sehingga terjadi proses kalsinasi secara berlawanan arah. Kondisi operasi pada *vertical kiln* pada tekanan 1 atm dengan suhu operasi 160⁰C dengan waktu tinggal 150 menit(2,5 jam).

B. Kalsinasi dengan Rotary Kiln

Pada proses ini kalsinasi dilakukan dengan cara memasukkan gypsum pada bagian pemasukan kiln dan kemudian dihembuskan udara panas secara berlawanan arah. Kondisi operasi pada *rotary kiln* pada tekanan 1 atm dengan suhu operasi 900°C dengan waktu tinggal 15 - 30 menit.

II.2. Pemilihan proses

Berdasarkan uraian diatas maka proses pembuatan cement retarder dapat dilakukan dengan kalsinasi *vertical kiln* maupun *horizontal kiln* dengan perbedaan kondisi operasinya adalah sebagai berikut :

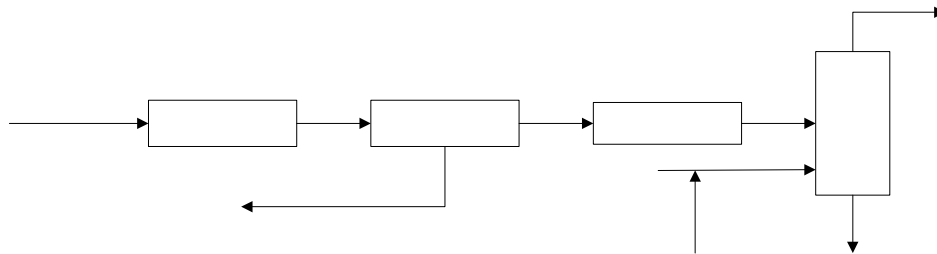
Pembatas	Nama Proses	
	Vertikal	Horizontal
Bahan baku	Gypsum	Gypsum
Operasi	10 -15menit	15-30 menit
Alat utama	Vertical shaft kiln	Rotary kiln
Ukuran produk	100 mesh	100 mesh
Suhu	160 ⁰ C	900 ⁰ C
Peralatan	sederhana	Kompleks

Dari tabel diatas dipilih proses pembuatan cement retarder dari gypsum dengan proses kalsinasi menggunakan *vertical kiln* dengan factor-faktor :

1. Operasi pabrik sederhana
2. Suhu operasi rendah sehingga utilitas rendah
3. Peralatan lebih sederhana

II.2. Uraian proses

Flowsheet Dasar :



Sumber : (Faith,W.L,Keyes,D.B& Clark,R.L,1960)

Bahan baku gypsum dalam bentuk serbuk dari gudang dimasukkan pada bin dengan bantuan belt conveyor dan bucket elevator. Gypsum kemudian dimasukkan pada slurry tank untuk dicampur dengan air proses agar impuritis pada gypsum dapat terlarut. Penambahan air proses dilakukan sampai dengan kadar larutan 35 % solid. Larutan dipompa menuju ke vacum filter untuk pemisahan cake dan filtrat, dimana filtrat berupa impuritis dibuang ke pengolahan limbah, sedangkan cake berupa gypsum diumpankan pada rotary dryer dengan screw conveyor.

Pada rotary dryer, cake dikeringkan pada suhu 100⁰C dengan bantuan udara panas secara *countercurrent*. Udara dihembuskan oleh blower (to cement plants) pada heater. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan oleh cyclone, dimana udara panas dibuang ke udara bebas sedangkan padatan yang terpisah secara bersamaan dengan produk bawah rotary dryer dimasukkan ke vertical shaft kiln dengan belt conveyor dan bucket elevator.

Pada vertical shaft kiln terjadi proses kalsinasi gypsum menjadi calcium sulfate hemihydrate pada suhu 160⁰C dengan bantuan udara panas yang dibakar oleh *fuel oil*.

Produk calcium sulfate hemihydrate kemudian dimasukkan pada cooling conveyor untuk didinginkan dengan suhu 35⁰C. Produk gas dari vertical shaft kiln dan padatan yang terikut dipisahkan pada cyclone dimana gas dibuang ke pengolahan limbah gas (karena masih mengandung *fly ash*) sedangkan padatan

dimasukkan pada cooling conveyor untuk didinginkan dengan suhu 35°C . Calcium sulfat kemudian dimasukkan menuju ke granulator.

Pada granulator, calcium sulfate hemihydrate kemudian digranulasi dengan penambahan air proses. Granular cement retarder kemudian dimasukkan pada ball mill dengan bantuan screw conveyor dan bucket elevator.

Pada ball mill produk kemudian dihaluskan sampai dengan ukuran 100 mesh, kemudian disaring pada screen. Produk oversize berukuran (lebih dari 100 mesh) dimasukkan kembali ke ball mill sedangkan produk undersize (berukuran 100 mesh) ditampung pada silo sebagai produk cement retarder yang seragam (Kirk othmer,1962).